Fisheries and Oceans Pêches et Océans

Eastern Canada

DFO Science
Stock Status Report D0-03 (1998)

Effects of hook-and-release angling practises

Background

Hook-and-release angling as a management tool is not a recent concept. It was advocated for Atlantic salmon on the Penobscot River, Maine in the early 1800's. Hook-and-release only trout fisheries were in place for some rivers in Michigan by 1954. However the acceptance of hook-and-release as a conservation measure for Atlantic salmon is a recent phenomenon. In 1984, in the Maritimes and on the island of Newfoundland, it became mandatory that all large salmon (≥ 63 cm) caught by angling be released. Retention of large salmon continued to be permitted in Quebec and Labrador. In the 1990's hook-and-release only angling has routinely been permitted on rivers where salmon populations have been below established conservation levels. In Newfoundland, in 1997, hook-and-release was not permitted on some rivers when water temperatures exceeded 18° C. There are divergent opinions among user groups, on the effects of hook-and-release angling on salmon mortality and reproductive success.

An allowance for hook-and-release mortality is currently used in stock assessments in Newfoundland and the Maritimes, but not in Quebec. The Newfoundland assessments assume that 10% of the hooked-and-released salmon died; whereas in the Maritimes values less than and up to 10% are used.

The following terminology is used to identify various life stages of Atlantic salmon in this document. Grilse refers to salmon which spawn for the first time after one year at sea. Grilse are usually less than 63 cm in fork length. Multi-sea winter (MSW) salmon are salmon that spawn for the first time after two or more winters at sea. MSW salmon are usually greater than 63 cm in fork length. Kelt refers to grilse or MSW salmon that have spawned and have not yet returned to sea.

Historical research into the effects of hook-and-release angling on Atlantic salmon

During the past decade a number of studies were conducted to specifically address the effects of hook-and-release angling on Atlantic salmon. The primary focus of many of these studies was to analyse the physiological effects of exercise of the fish to exhaustion with secondary consideration given to estimating salmon mortality. Other factors considered were the effects of hook-and-release on bright fish, kelts, salmon caught in the autumn, and salmon caught under a variety of river conditions (e.g. temperature and water chemistry). Many of these studies have limitations on the interpretation of the mortality rates associated with salmon hooked-and-released. Limitations include, but are not limited to: small numbers of salmon used in experiments; some salmon being extensively handled or transported some distance; some being artificially hooked and played to exhaustion; and some being held in tanks to recover. One study on the Ponoi River, Russia, involved tagging and release of salmon caught by anglers with a range of expertise. These salmon were held in a holding pen to recover, and fitted with radio-tracking transmitters before being released. There was also a radio-tracking experiment, involving a small number of salmon, carried out on the Restigouche River, New Brunswick.

The results of experiments on the effects of hook-and-release angling or exhaustive exercise on Atlantic salmon are summarized in the attached table.

Variables affecting level of hook-and-release mortality

Temperature

Several studies have indicated that hook-and-release angling and associated handling at water temperatures 20 C or above, can result in elevated mortality (immediate or delayed) in Atlantic salmon. Some studies indicated that increased post hook-and-release mortality may result at lower temperatures if other stressful conditions are present. For instance, 32% of 59 grilse died when exercised to exhaustion (not angled) in soft water and at 15 C whereas 0% of 16 grilse died under identical experimental conditions but in hard water.

The precise temperature at which significant numbers of deaths begin is unclear since many experiments were designed to measure physiological changes. Some angling tests did not simulate natural angling techniques. For instance, fish may have been involuntarily hooked, extensively handled, transported, undergone surgery, and held in cages either before or after the being angled. Each of these actions by themselves can severely stress the fish, and probably lead to death at lower temperatures than would occur in more realistic angling situations.

In one study, 62 salmon which were angled using normal angling techniques in water less than 20° C, and held in a cage in a pool, had a 2% mortality. In a second study conducted on the Upsalquitch River (Restigouche system, New Brunswick) at 20° C, using volunteer anglers, and with the fish being released back into a barrier pool, all 15 fish survived. By contrast, in the same experiment, 20% (2) of the 10 fish angled and placed in a holding box for recovery, died.

Experiments using normal angling techniques have not been conducted at water temperatures greater than 20° C.

Water flow

No information is available on the relation between water flows and hook-and-release mortality. However, summer low flows are often associated with high temperatures.

Season

In the studies reviewed, all grilse kelts in the spring, and all MSW and grilse salmon in the autumn, which were hooked-and-released survived.

In another study, there was a 25% mortality of 12 grilse which were hooked-and-released shortly after entering fresh water, at water temperature of 16° C. Thus it would appear that fish that have recently entered fresh water (physiologically adapting to fresh water from salt water) and are hooked-and-released, have an elevated rate of mortality.

Time of day

The effect of time of day on hook-and-release mortality has not been specifically investigated, but it is likely that its effect will mainly result from daily water temperature cycles rather than actual time of day.

Size of fish

The magnitude of the physiological disturbances in MSW salmon, which were experimentally hooked-and-released in October, was less than in grilse which were hooked-and-released under similar conditions. This occured even though the MSW salmon took longer to reach

exhaustion. Grilse may, therefore, exhaust their short-term energy supplies faster than MSW salmon during angling. At cool temperatures on the Ponoi River, MSW salmon and grilse both showed high survival.

Sex of fish

No studies examined differential hook-and-release mortality for male versus female salmon.

Fishing and handling practices

Proper release procedures are important and handling should be minimized to increase a fish's likelihood of survival. Based on experiments with rainbow trout, holding a fish in air (for example, to show friends, take pictures or even to remove the hook) increases the probability of the fish dying. One experiment, where grilse were exercised to exhaustion and exposed one minute to air, did not confirm this concern, but only 14 grilse were used in the test and the study was done at a relatively cool temperature (15° C).

Salmon hooked-and-released on the Ponoi River showed high rates of survival with landing times ranging from one to 10 minutes, when caught with flies with one or two barbless hooks. Flies with two hooks were noted to produce greater jaw erosion which is not desirable.

Water chemistry

Grilse exercised to exhaustion at relatively low temperatures (15° C) in soft water (less than 50mg/L $CaCo_3$) suffered 32% mortality, whereas those exercised to exhaustion at the same temperature in hard water (greater than 90 mg/L $CaCo_3$) had 0% mortality. In these experiments, mortality rates were the same in soft neutral water as they were in soft acidic water, indicating water hardness, not acidity, was the important factor.

Delayed and cumulative effects

Studies have not addressed the delayed effects of hook-and-release angling on long-term survival and ability of salmon to return and spawn repeatedly. Nor have studies been done to see if being hooked-and-released can lead to increased susceptibility to contracting diseases or to predation.

Radio-tracking of fish on the Ponoi River (26 fish tagged over two years) showed that a large number of the salmon survived for at least several months after being caught in early June. Spawning by some hooked-and-released fish on this river has been confirmed.

Hooked-and-released salmon taken late in the angling season and moved to and spawned at a hatchery, produced viable gametes. A radio-tracking study using a small number of salmon on the Upsalquitch River suggested hooked-and-released salmon had different upstream movement patterns from radio-tagged fish that had not been angled.

Little information is available on the cumulative effects of salmon being stressed by two or more factors. Angling in soft water resulted in mortalities at 15° C rather than greater than 20° C. The one mortality (of 62) in the Ponoi River study was a fish which had been obviously injured prior to being hooked-and-released.

Conclusions

Under the right conditions, hook-and-release angling can be an effective

conservation and management tool for Atlantic salmon. In particular, angling mortalities are generally low at temperatures less than 20° C. However, fish may die at much lower temperatures when they are stressed by other parameters (e.g., soft water, osmoregulatory stress as newly arrived fish adapt to fresh water) or improper handling. Also, stressors may act cumulatively. To minimize mortalities, anglers should minimize handling of the fish.

Impact of hook-and-release mortality on Atlantic salmon spawning stock

The overall impact of hook-and-release angling on potential egg deposition in a river is related to the number of fish angled, the biological characteristics of angled fish, and the hook-and-release mortality rate. An example of a model to assess the effect of a hook-and-release only angling fishery used data from the Saint John River stocks above mactaquac Dam, New Brunswick. The estimated impact on salmon stocks of the Saint John River, with an assumed hook-and-release mortality rate of 5%, was a loss of less than 1% of the potential total egg deposition. The estimated impact declined from 0.95% to 0.89% to 0.70% during periods when returns decreased from 21,000 to 12,900 to 7,750 fish (1974-1980, 1988-1993, 1994-1996). The estimated impact of the fishery did not increase when salmon returns were low, but a small stock could possibly be reduced below a viable population size.

This analysis demonstrates that for the Saint John River, the effect of hook-and-release angling on egg deposition would be low, but these results cannot be directly transferred to other rivers due to differences in the various factors which would have to be used in the model. Angler exploitation rates (under mandatory hook-and-release) for large salmon, the major contributor of eggs to the Saint John River, did not exceed 26 % in the years of the study. The model assumed that angling effort would not increase or decrease with mandatory hook-and-release. It is possible that catch rates would be higher than those in a retention fishery since they are less easily limited by regulations. River conditions, especially temperature, would also affect the rate of hook-and-release mortality.

Evaluating the impact of hook-and-release on salmon spawning stock requires consideration of the extent to which salmon are caught at higher water temperatures. This question was examined using the angling catch statistics in 1992-1995 at four Crown Reserves on the Upsalquitch River. Minimum daily water temperatures taken at 8 AM commonly reached greater than or equal to 20° C on some days in three of the four years. In two years, the heaviest angling pressure occurred at the warmest temperatures. There were up to 100 angler-days of effort on days with minimum temperature greater than or equal to 20° C. In 1995, 55% of the catch was angled on days with minimum temperature greater than or equal to 20° C. It was concluded that fishing effort and catch does occur at water temperatures above 20° C and that in some years, this catch could be significant. Caution should be taken in applying these results to other areas, since in Crown Reserves, angler access is controlled by a lottery draw and successful applicants paid for these specific waters several months in advance of the fishing activity. Thus, their fishing effort may be higher during warm water conditions than that of anglers on public waters.

Research recommendations

Further studies are required to examine the lethal and sublethal effects of temperatures, water chemistry, and other factors on survival of hooked-and-released salmon. These studies should include water temperatures greater than 22° C and the effects of cumulative stressors. These experiments should be conducted under normal angling conditions using practises of the general angler and should be done over the full geographic range of salmon.

Daily and seasonal temperature profiles for rivers may be required to assess the potential impact of hook-and-release angling and to regulate the fisheries.

Evaluation of catch rates at different temperatures is required to properly assess the potential impact of hook-and-release angling on a particular river..

Evaluation of the effects of hook-and-release on migration and spawning behavior is required to assess delayed effects of this practise.

Management recommendations

Although hook-and-release angling is a conservation measure relative to retention angling, caution must still be exercised when considering implementation. Mortality and resulting impact on resource conservation is potentially increased under certain river conditions and if anglers do not take care in releasing hooked fish.

For additional information, see:

Anderson, W. G., R. Booth, T. A. Beddow, and R. S. McKinley. 1997. Remote monitoring of heart rate as a measure of recovery in angled Atlantic salmon, *Salmo salar*. Unpublished CASEC Report. (Version also submitted to Hydrobiologia)

Booth, R. K., J. D. Kieffer, K. Davidson, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1995. Effects of late-season catch and release angling on anaerobic metabolism, acid-base status, survival, and gamete viability in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 283-290.

Brobbel, M. A., M. P. Wilkie, K. Davidson, J. D. Kieffer, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1996. Physiological effects of catch and release angling in Atlantic salmon (*Salmo salar*) at different stages of freshwater migration. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2036-2043.

Ferguson, R. A., and B. L. Tufts. 1992. Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for "catch and release" fisheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1157-1162.

Tufts, B. L., Y. Tang, K. Tufts, and R. G. Boutilier. 1991. Exhaustive exercise in "wild" Atlantic salmon (*Salmo salar*): acid-base regulation and blood gas transport. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 868-874.

Wilkie, A. P., M. A. Brobbel, K. Davidson, L. Forsyth, and B. L. Tufts. 1997. Influences of temperature upon the postexercise physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 503-511.

Wilkie, M. P., K. Davidson, M. A. Brobbel, J. D. Kieffer, R. K. Booth, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1996. Physiology and survival of wild Atlantic salmon following angling in warm summer waters. Trans. Am. Fish. Soc. 125: 572-580.

Whoriskey, F., and P. Lee. 1997. Wild river science. Atlantic salmon Journal Autumn 1997: 26-31.

Table 1. Survival of Atlantic salmon after exhaustive exercise or angling under various conditions.

Study/Conditions	N-number	% Survival	Comments
Late Fall @ 6 C	20 MSW salmon	100%	Wild salmon experimentally angled to exhaustion in their natural environment. Recovery (24h) in holding boxes in the river.
Mid-Summer @ 22 C	10 grilse	60%	Wild grilse experimentally angled to exhaustion in their natural environment. Recovery (24h) in holding boxes in the river.
Temperature @ 12 C	10 grilse	100%	Hatchery-reared grilse exercised to exhaustion and
18 C	10 grilse	100%	recovered in a holding tank for 3 days.
23 C	10 grilse	70%	
Mid-to-late summer - fish below subjected to surgery prior to experiments.			
8 C	6 grilse	100%	Hatchery-reared fish exercised to exhaustion.
16.5 C	5 grilse	100%	Wild fish exercised to exhaustion
20 C	5 grilse	20%	Wild fish exercised to exhaustion.
Different migratory stages			
Kelts @ 4 C	12 grilse	100%	Wild grilse experimentally angled to exhaustion. Recovery
Bright fish @ 16 C	12 grilse	75%	(4-12h) in holding boxes.
Water Chemistry @ 15 C			
hard neutral pH water[1]	16 grilse	100%	Hatchery-reared grilse. Some grilse (roughly half) in each
soft neutral pH water[2]	25 grilse	68%	group underwent surgery 24h prior to experiments. All groups
soft acidic water[3]	34 grilse	68%	exercised to exhaustion and recovery (24h) in holding tank.
Air exposure @ 15 C	14 grilse	100%	Wild grilse. Exercised to exhaustion and then air exposed for 1 min.. Recovered in holding tanks for 24 hours.
Normal Angling			
Upsalquitch R. @ 20 C	25 grilse	92%	All groups are wild fish, angled normally by the general public with recovery (24 hr.) in fenced pool in river
LaHave R.[4]	9 grilse	89%	Recovery (24h) in holding tank/boxes/cage
Ponoi R.	62 various sea-age	98%	Ponoi River wild fish are 8 large salmon kelts, 6 grilse kelts, 17 spring grilse, 15 autumn run MSW salmon, 15 autumn run grilse, and 1 uncategorized kelt.

N-number refers to the number of Atlantic salmon used in each survival experiment. [1] $CaCO_3$ = 90-100 mg L^{-1}, pH = 6.7-7.2.
[2] $CaCO_3$ = 30-50 mg L^{-1}, pH = 7.1-7.5. [3] $CaCO_3$= 30-50 mg L^{-1}, pH = 5.3-5.9. [4] Angling at various temperatures.

For more information:

Contact: Bruce Atkinson, Director
Science Branch
Newfoundland Region
Dept. of Fisheries and Oceans
P.O. Box 5667
St. John's, NFLD
A1C 5X1

John S. Loch, Director
Science Branch
Maritimes Region
Dept. of Fisheries and Oceans
P.O. Box 1006
Dartmouth, NS
B2Y 4A2

R. Chatelain, Directeur
Ministère de l'Environnement et de la Faune
150 boul. René-Lévesque Est
Québec, Qc
G1R 4Y1

Canadian Stock Assessment Secretariat
Dept. of Fisheries and Oceans
200 Kent St., Stn 12032
Ottawa, Ont.
K1A 0E6

This report is available from the:
Canadian Stock Assessment Secretariat
Dept. of Fisheries and Oceans
200 Kent St., Stn. 12032
Ottawa, Ont.
K1A 0E6
Phone number: 613-993-0029
Facsimile number: 613-954-0807
e-mail address: *csas@dfo-mpo.gc.ca*

ISSN 1480-4913

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Effets des pratiques de pêche à la ligne avec remise à l'eau

Contexte

En tant qu'outil de gestion, la pêche à la ligne avec remise à l'eau du poisson n'est pas un concept récent. Dès le début des années 1800, on l'a adoptée pour le saumon de l'Atlantique de la rivière Penobscot, dans le Maine. Dans certaines rivières du Michigan, seule la pêche et la remise à l'eau de la truite a été mise en vigueur en 1954. Toutefois, cette pratique fait depuis peu consensus en tant que mesure de conservation du saumon de l'Atlantique. En 1984, dans les Maritimes et sur l'île de Terre-Neuve, elle est devenue obligatoire pour tous les grands saumons (≥63 cm) pêchés à la ligne. Au Québec et au Labrador, il est toujours permis de garder les grands saumons capturés. Dans les années 90, la pêche à la ligne avec remise à l'eau du poisson était couramment permise dans les rivières où les populations de saumon se trouvaient sous les niveaux de conservation établis. En 1997, à Terre-Neuve, la pêche avec remise à l'eau du poisson n'était pas permise dans les rivières où la température de l'eau dépasse 18° C. Les opinions divergent d'un utilisateur à l'autre quant aux effets de cette pratique sur la mortalité du saumon et les succès en matière de reproduction.

À Terre-Neuve et dans les Maritimes, l'évaluation des stocks tient compte de la mortalité due à la pêche et à la remise à l'eau, ce qui n'est pas le cas du Québec. À Terre-Neuve, ces évaluations supposent un taux de mortalité de 10 % du saumon capturé à ligne et remis à l'eau; dans les Maritimes, on utilise des taux inférieurs ou équivalents à 10 %.

Dans le présent document, la terminologie suivante sert à nommer les différents stades de vie du saumon de l'Atlantique. Le grilse s'entend du saumon qui a frayé pour la première fois après un an en mer. Il mesure habituellement moins de 63 cm. Le saumon pluribermarin est celui qui fraie pour la première fois après plus de deux hivers en mer. Ce dernier mesure habituellement plus de 63 cm. Le charognard désigne le grilse ou le saumon pluribermarin qui a frayé et qui n'est pas encore retourné en mer.

Recherche historique sur les effets des pratiques de pêche à la ligne et de remise à l'eau du Saumon de l'Atlantique

Au cours des dix dernières années, maintes études ont été menées précisément sur les effets de la pêche à la ligne avec remise à l'eau du saumon de l'Atlantique. Le premier objectif d'un grand nombre de ces études était d'analyser les effets physiologiques du combat jusqu'à épuisement du poisson, et l'objectif secondaire était d'estimer la mortalité du saumon. Les autres facteurs étudiés sont les effets de la pêche avec remise à l'eau sur les saumons charognards pêchés à l'automne et le saumon pêché dans différentes conditions liées aux rivières (p. ex., température et chimie de l'eau). Un grand nombre de ces études étaient limitées quant à l'interprétation des taux de mortalité associés au saumon remis à l'eau. Ces limites comprennent, sans y être limitées, les éléments suivants : le petit nombre de saumons ayant servi aux expériences; la manipulation intensive et le transport de certains saumons sur de longues distances; la pêche et la remise à l'eau de certains saumons ayant été amenés à épuisement dans des conditions artificielles; la conservation de certains saumons dans des réservoirs pour leur rétablissement. Une étude menée sur la rivière Ponoi, en Russie, supposait le marquage et la remise à l'eau du saumon par des pêcheurs à la ligne très expérimentés. Ces saumons ont été conservés dans un bassin d'attente en vue de leur rétablissement et ont été pourvus d'émetteurs de données télémétriques avant d'être relâchés. Un petit nombre de saumons de la rivière Restigouche, au Nouveau-Brunswick, ont aussi été soumis à une étude effectuée à l'aide de données télémétriques.

Les résultats des expériences sur les effets de la pêche à la ligne avec remise à l'eau ou de l'exercice jusqu'à épuisement du saumon de l'Atlantique sont résumés dans le tableau de l'annexe ci-jointe.

Variables influençant le niveau de mortalité lié à la remise à l'eau

Température

Plusieurs études indiquent que la pêche avec rejet du poisson et les manipulations qui en découlent, peuvent accroître le taux de mortalité (immédiate ou différée) du saumon de l'Atlantique et ce, dans les rivières où la température de l'eau est supérieure à 20° C . Certaines études indiquent que l'accroissement de la mortalité du saumon remis à l'eau peut aussi survenir à des températures plus basses si d'autres facteurs d'agression sont présents. Par exemple, 32 % des 59 grilses sont morts après un combat épuisant (non capturés à la ligne) en eau douce à une température de 15° C, tandis qu'aucun des 16 grilses n'est mort dans des conditions d'expérimentation identiques mais en eau dure.

La température précise à partir de laquelle un nombre considérable de morts se produit reste floue puisque maintes expériences n'ont été conçues que pour mesurer les changements physiologiques. Certains essais de pêche à la ligne ne simulent pas les véritables techniques de ce type de pêche. Par exemple, le poisson peut être capturé involontairement, manipulé et transporté abondamment, peut subir une intervention chirurgicale et être gardé en cage soit avant ou après avoir été capturé. Chacune des ces actions peut en soi gravement agresser le poisson et probablement mener à sa mort dans des conditions de températures plus basses que ce qu'il en serait en réalité.

Dans l'une des études, 62 saumons ayant été capturés avec les techniques normales de pêche à la ligne, dans des eaux dont la température est inférieure à 20° C, et gardé en cage dans un bassin, ont présenté un taux de mortalité de 2 %. Dans une deuxième étude menée sur la rivière Upsalquitch (système de la Restigouche, au Nouveau-Brunswick), dont la température est à 20° C, au moyen de pêcheurs à la ligne volontaires qui relâchaient le poisson dans une fosse de retenue, tous les 15 poissons ont survécu. Par contre, dans la même expérience, 20 %, soit 2, des 10 poissons pêchés à la ligne et placés dans un bac de retenue en vue de leur rétablissement, sont morts.

Les expériences faites au moyen de techniques de pêche à la ligne ont été menées à des températures de plus de 20° C.

Débit

Aucune information n'est disponible sur la relation entre le débit et la mortalité due à la pêche avec remise à l'eau du poisson. Toutefois, les débits estivaux plus faibles sont souvent associés à des températures plus élevées.

Saison

Dans les études examinées, tous les charognards grilse du printemps et tous les saumons pluribermarins ou grilses de l'automne ayant été capturés puis remis à l'eau ont survécu.

Dans une autre étude, on remarquait 25 % de mortalité parmi les 12 grilses qui ont été capturés et remis à l'eau peu de temps après leur arrivée dans les eaux douces, à des températures de 16° C. Il semblerait donc que le poisson nouvellement arrivé dans les eaux douces (en période d'adaptation physiologique entre l'eau salée et l'eau

douce) puis capturé et remis à l'eau, présente un taux de mortalité plus élevé.

Heure du jour

L'influence de l'heure du jour sur la mortalité du poisson n'a pas fait l'objet de recherches précises, mais il semble que son influence résulte davantage des cycles quotidiens de température de l'eau que des cycles temporels.

Taille du poisson

L'amplitude des perturbations physiologiques du saumon pluribermarin, ayant fait l'objet d'une capture et d'une remise à l'eau dans des conditions expérimentales en octobre, s'est révélée plus faible que celle des grilse capturés et remis à l'eau dans des conditions semblables, et ce, malgré le fait que le saumon pluribermarin ait pris plus de temps à atteindre l'épuisement. Il se peut donc que le grilse épuise ses réserves d'énergie à court terme plus rapidement que le saumon puribermarin durant la pêche à la ligne. Dans les températures fraîches de la rivière Ponoi, le saumon pluribermarin et le grilse ont tout deux présenté des signes d'une meilleure survie.

Sexe du poisson

Aucune étude ne porte sur la différence de mortalité entre les saumons mâles et femelles capturés puis remis à l'eau.

Pratiques de pêche et de manipulations

Les méthodes de remise à l'eau sont importantes et la manipulation du poisson devrait être réduite au minimum afin d'accroître les chances de survie de celui-ci. Selon les expériences menées sur la truite arc-en-ciel, le fait de tenir le poisson hors de l'eau (par exemple, pour le montrer à des amis, pour le photographier ou même pour enlever l'hameçon) accroît les probabilités de mort du poisson. Une expérience au cours de laquelle le grilse a combattu jusqu'à épuisement et a été ensuite exposé à l'air pendant une minute n'a toutefois pas confirmé ce fait, mais seulement 14 grilses ont été utilisés pour cet essai, et la recherche a été menée à une température relativement basse (15° C).

S'il est gardé en dehors de l'eau entre une et dix minutes, le saumon capturé puis remis à l'eau dans la rivière Ponoi montre un taux de survie plus élevé quand il est capturé au moyen de mouches munies d'un ou de deux hameçons sans ardillon. On remarque toutefois que les mouches munies de deux hameçons provoquent une plus grande érosion de la mâchoire, ce qui n'est par souhaitable

Chimie de l'eau

Les grilses ayant combattu jusqu'à épuisement dans des eaux à des températures relativement basses (15° C) et douces (inférieures à 50 mg/l de $CaCo_3$) présentent un taux de mortalité de 32 %, alors que ceux qui ont combattu jusqu'à épuisement à la même température, mais dans l'eau dure (supérieures à 90 mg/l de $CaCo_3$) montrent un taux de mortalité de 0 %. Dans ces expériences, les taux de mortalité étaient les mêmes dans l'eau douce neutre que dans l'eau douce acide, ce qui indique que le facteur le plus important n'est pas l'acidité, mais la dureté.

Effets différés et cumulatifs

Les études n'ont pas évalué les effets différés et cumulatifs de la pêche à la ligne avec remise à l'eau du poisson sur la survie à long terme et sur la capacité du saumon de remonter et de frayer à répétition. Aucune étude n'a tenté non plus d'évaluer si le

poisson remis à l'eau pouvait être moins résistant aux maladies ou aux prédateurs.

Les données télémétriques concernant le poisson de la rivière Ponoi (26 poissons marqués en deux ans) montrent qu'un grand nombre de saumons ont survécu pendant au moins plusieurs mois après avoir été capturés au début de juin. La fraie de certains poissons dans cette rivière a été confirmée.

Les saumons capturés et remis à l'eau à la fin de la saison de pêche à la ligne puis envoyés et fertilisés dans une écloserie ont produit des gamètes viables. Une étude sur les données télémétriques d'un petit nombre de saumons de la rivière Upsalquitch laisse croire que le saumon capturé et remis à l'eau présente des modèles de mouvement en aval différents de ceux des poissons marqués n'ayant pas été capturés.

Il n'y a que peu d'information disponible sur les effets cumulatifs du saumon agressé par deux facteurs ou plus. La pêche à la ligne en eau douce a donné lieu à de la mortalité à des températures de 15° C au lieu de températures supérieures à 20° C. La seule mortalité survenue (sur 62) dans la rivière Ponoi River a été celle d'un poisson qui avait été manifestement blessé avant d'être capturé et remis à l'eau.

Conclusions

Dans des conditions adéquates, la pêche à la ligne avec remise à l'eau du poisson peut constituer une mesure de conservation efficace pour le saumon de l'Atlantique. Plus précisément, la mortalité due à la pêche à la ligne est généralement plus faible quand la température de l'eau est basse (moins de 20° C). Toutefois, le poisson peut mourir à des températures encore plus faibles s'il est agressé par d'autres paramètres (p. ex. l'eau douce, perturbation de l'osmo-régulation quand le poisson nouvellement arrivé s'adapte à l'eau fraîche) ou par une manipulation inadéquate. En outre, les agents agresseurs peuvent aussi agir de façon cumulative. Pour minimiser la mortalité, les pêcheurs à la ligne doivent manipuler le poisson le moins possible.

Incidence de la mortalité due à la capture et à la remise à l'eau des stocks de géniteurs du saumon de l'Atlantique

Dans une rivière, l'incidence générale de la pêche à la ligne et de la remise à l'eau sur la ponte est liée au nombre de poissons capturés, aux caractéristiques biologiques des poissons capturés et au taux de mortalité due à la pêche et à la remise à l'eau. Un exemple de modèle d'évaluation des effets de la pêche à la ligne et de la remise à l'eau du poisson se fonde sur des données provenant des stocks de la rivière Saint John en amont du barrage mactaquac, au Nouveau-Brunswick. L'incidence estimée sur les stocks de saumon de cette rivière équivaut à une perte de moins de 1 % du total de pontes possible et ce, en fonction d'un taux présumé de mortalité due à la capture et la remise à l'eau de 5 %. L'incidence estimée diminue de 0,95 % à 0,89 % et à 0,70 %, au cours des périodes où les remontées diminuent de 21 000 à 12 900 et à 7 750 poissons (1974-1980, 1988-1993, 1994-1996). L'incidence estimée de la pêche n'augmente pas lorsque les remontées de saumons sont faibles, mais un stock de petite taille pourrait être considérablement réduit en-deça de la taille viable pour cette population.

Cette analyse démontre que pour la rivière Saint John, l'effet de la pêche à la ligne et de la remise à l'eau du poisson sur la ponte serait plutôt faible, mais ces résultats ne peuvent pas être directement transposés aux

autres rivières en raison des différences entre les divers facteurs qui devraient être inclus dans le modèle. Le taux d'exploitation des pêcheurs à la ligne (en situation de remise à l'eau obligatoire) dans le cas du grand saumon, qui contribue majoritairement à la pointe effectuée dans la rivière Saint John, n'a pas dépassé 26 % au cours des années de l'étude. Ce modèle supposait que l'effort de pêche à la ligne n'augmenterait ni ne diminuerait en raison de la remise à l'eau obligatoire. Il est possible que les taux de prises soient plus élevés que ceux de la pêche en zone de conservation puisqu'ils sont moins limités par la réglementation. Il semble aussi que les conditions de température d'une rivière influencent le taux de mortalité due à la capture et la remise à l'eau.

L'évaluation de l'incidence de la capture et la remise à l'eau des stocks de géniteurs du saumon exigent la prise en considération de la mesure dans laquelle le saumon est capturé dans des conditions de température élevée. Cette question a été examinée au moyen des statistiques de 1992 à 1995 sur la pêche à la ligne effectuée dans les quatre réserves de la Couronne situées sur la rivière Upsalquitch. La température quotidienne minimale, prise à 8 h certains jours au cours de trois des quatre années, était couramment supérieure ou égale à 20° C. En deux ans, le plus fort taux d'exploitation au moyen de la pêche à la ligne est survenu concurremment aux températures les plus élevées. On a remarqué un effort de plus de 100 jours de pêche à la ligne durant les périodes où la température minimale était de 20° C. En 1995, 55 % des prises ont été capturées à la ligne durant les jours où la température minimale était de 20° C. En conclusion, l'effort de pêche et de capture survient pendant les périodes où la température est supérieure à 20° C et, certaines années, cet effort peut être important. Il faut être prudent dans l'application de ces résultats aux autres régions puisque, dans les réserves de la Couronne, l'accès des pêcheurs à la ligne est soumis à un tirage au sort et que les participants choisis paient plusieurs mois à l'avance cette activité de pêche. Il se peut donc que leur effort de pêche soit supérieur à celui des pêcheurs dans les eaux publiques durant les périodes où l'eau est plus chaude.

Recommandations de recherche

D'autres recherches sont nécessaires pour examiner les effets létal et sublétal des températures, de la chimie de l'eau et des autres facteurs sur la survie du saumon capturé et remis à l'eau. Ces études devraient inclure les températures supérieures à 22° C et les effets des agressions cumulatives. Ces expériences devraient être menées dans des conditions normales de pêche à la ligne et selon les techniques du pêcheur moyen en plus d'être menées sur toute l'étendue géographique du saumon.

Il se peut qu'il soit nécessaire de connaître les profils de températures quotidiens et saisonniers des rivières pour évaluer l'incidence possible de la pêche à la ligne avec remise à l'eau et ce en vue de réglementer la pêche.

L'évaluation des taux de prises à différentes températures est aussi nécessaire pour évaluer adéquatement l'incidence possible de la capture avec remise à l'eau du poisson pour une rivière en particulier.

L'évaluation des effets de la capture avec remise à l'eau du poisson sur le comportement de migration et de fraie est nécessaire pour évaluer les effets différés de cette pratique.

Recommandations de gestion

Bien que la capture avec remise à l'eau du poisson soit une mesure de conservation ayant trait à la pêche à la ligne, il faut quand même être prudent dans sa mise en application. La mortalité et les incidences qui en découlent quant à la conservation de la ressource peuvent possiblement augmenter en fonction de certaines conditions rattachées aux rivières et si les pêcheurs à la ligne ne prennent pas les précautions nécessaires lors de la remise à l'eau du poisson.

Pour plus d'information, consulter les documents suivants :

Anderson, W. G., R. Booth, T. A. Beddow, and R. S. McKinley. 1997. Remote monitoring of heart rate as a measure of recovery in angled Atlantic salmon, *Salmo salar*. Unpublished CASEC Report. (Version also submitted to Hydrobiologia)

Booth, R. K., J. D. Kieffer, K. Davidson, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1995. Effects of late-season catch and release angling on anaerobic metabolism, acid-base status, survival, and gamete viability in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 283-290.

Brobbel, M. A., M. P. Wilkie, K. Davidson, J. D. Kieffer, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1996. Physiological effects of catch and release angling in Atlantic salmon (*Salmo salar*) at different stages of freshwater migration. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 2036-2043.

Ferguson, R. A., and B. L. Tufts. 1992. Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for "catch and release" fisheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 1157-1162.

Tufts, B. L., Y. Tang, K. Tufts, and R. G. Boutilier. 1991. Exhaustive exercise in "wild" Atlantic salmon (*Salmo salar*): acid-base regulation and blood gas transport. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 868-874.

Wilkie, A. P., M. A. Brobbel, K. Davidson, L. Forsyth, and B. L. Tufts. 1997. Influences of temperature upon the postexercise physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 503-511.

Wilkie, M. P., K. Davidson, M. A. Brobbel, J. D. Kieffer, R. K. Booth, A. T. Bielak, and B. L. Tufts. 1996. Physiology and survival of wild Atlantic salmon following angling in warm summer waters. Trans. Am. Fish. Soc. 125: 572-580.

Whoriskey, F., and P. Lee. 1997. Wild river science. Atlantic salmon Journal Autumn 1997: 26-31.

Tableau 1. Survie du saumon de l'Atlantique après un combat épuisant ou capturé à la ligne dans diverses conditions.

Étude/Conditions	N-nombre	% de survie	Commentaires
Fin de l'automne @ 6° C	20 saumons pluribermarins	100 %	Saumons pêchés à la ligne et amenés à épuisement dans des conditions expérimentales Environnement naturel. Rétablissement (24 h) dans des bassins de retenue siutés dans la rivière.
Mi-été @ 22° C	10 grilses	60 %	Grilse pêchés à la ligne et amenés à épuisement dans des conditions expérimentales, dans leur environnement naturel Récupération (24 h) dans des bassins de retenue situés dans la rivière.
Température @ 12° C	10 grilses	100 %	Grilses transportés à l'écloserie et amenés à épuisement. Récupération
18° C	10 grilse	100%	dans des réservoirs de retenue pendant trois jours.
23° C	10 grilses	70 %	
Moitié à fin d'été - poisson soumis à une intervention chirurgicale avant les expériences			
8° C	6 grilses	100 %	Saumons de l'écloserie amenés à épuisement.
16.5° C	5 grilses	100 %	Poissons amenés à épuisement.
20° C	5 grilses	20%	Poissons amenés à épuisement.
Différents stades migratoires			
Charognards @ 4° C	12 grilses	100%	Poissons amenés à épuisement dans des conditions expérimentales.
Poissons vigoureux @ 16° C	12 grilses	75%	Récupération (4 à12 h) dans des contenants.
Chimie de l'eau @ 15° C			
eau dure au pH neutre[1]	16 grilses	100%	*
eau douce au pH neutre[2]	25 grilses	68%	
eau douce acide[3]	34 grilses	68%	
Exposition à l'air @ 15° C	14 grilses	100 %	Grilses sauvages amenés à épuisement et exposé à l'air pendant une minute. Récupération dans un contenant pendant 24 heures.
Conditions normales de pêche à la ligne			
R. Upsalquitch @ 20° C	25 grilses	92 %	Tous les groupes sont des poissons sauvages, capturés dans des conditions normales de pêche à la ligne par le grand public. Récupération (24 h) dans un bassin clôturé situés dans la rivière.
R. LaHave[4]	9 grilses	89 %	Récupération (24h) dans des contenants ou des cages.
R. Ponoi	62 diverses phases en eau salée	98 %	Poisson sauvage de la rivière Ponoi. Huit grands saumons charognards, 6 grilses charognards, 17 grilses du printemps, 15 saumons pluribermarins remontés à l'automne 15 grilses remontés à l'automne et un charognard non catégorisé.

Le nombre N réfère au nombre de saumon de l'Atlantique utilisé dans chaque expérience de survie, [1] $CaCO_3$= 90-100 mg L^{-1} pH = 6.7-7.2. [2] $CaCO_3$ = 30-50 mg L^{-1}, pH = 7.1-7.5. [3] $CaCO_3$= 30-50 mg L^{-1}, pH = 5.3-5.9.

[4] Pêche à la ligne à différentes températures

* Grilses de l'écloserie. Certains grilses (environ la moitié) dans chaque groupe ont subi une intervention chirurgicale, 24 h avant les expériences. Tous les groupes ont combattu jusqu'à l'épuisement et ont pu récupérer (24 h) dans un contenant.

Pour plus d'information :

Personne-ressource : Bruce Atkinson, Directeur
Direction des sciences
Région de Terre-Neuve
Min. des Pêches et des Océans
B.P. 5667
St. John's (T.-N.)
A1C 5X1

John S. Loch, Directeur
Direction des sciences
Région des Maritimes
Min. des Pêches et des Océans
B. P 1006
Dartmouth (N.-É.)
B2Y 4A2

R. Chatelain, Directeur
Ministère de l'Environnement et de la Faune
150 boul. René-Lévesque Est
Québec, Qc
G1R 4Y1

Secrétariat de l'évaluation des stocks
Min. des Pêches et des Océans
200, rue Kent, Stn 12032
Ottawa (Ont.)
K1A 0E6

Le présent rapport a été produit par le
Secrétariat de l'évaluation des stocks
Ministère des Pêches et des Océans
200, rue Kent, Stn. 12032
Ottawa (Ont.)
K1A 0E6
Téléphone : (613) 993-0029
Télécopieur : (613) 954-0807
couriel : *csas@dfo-mpo.gc.ca*

ISSN 1480-4921

An English version is available upon request at the above address